

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimen. Metode eksperimen dilakukan mulai dari proses pembuatan atau fabrikasi komposit dan proses karakterisasi mekanik. Data yang didapatkan dari hasil karakterisasi kemudian dianalisis menggunakan grafik hubungan antara besaran yang didapat dari hasil karakterisasi terhadap persen komposisi limbah daun mangga.

#### B. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian “Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Komposit *Polypropylene* Dengan Limbah Daun Mangga Sebagai *Filler*” dilaksanakan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung yang beralamat di Jl. Sangkuriang Komplek LIPI Bandung 40135 Jawa Barat dengan menggunakan alat *Internal Mixer*, *Hot and Cold Press*, *Universal Testing Mechine*, dan *Hardness Tester*. Sedangkan waktu penelitian dilaksanakan kurang lebih selama 6 bulan terhitung dari Bulan Januari 2015 hingga Juli 2015.

#### C. Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan untuk melakukan penelitian kali ini adalah:

1. *Crushing Machine*, sebagai alat penghancur limbah daun
2. *Wire Mesh* Dengan Ukuran Saringan 100 dan 140 Mesh, sebagai alat untuk mendapatkan partikel limbah daun mangga dengan ukuran 100 dan 140 mesh
3. *Oven*, sebagai alat untuk mengeringkan *sample*
4. Cawan Petri, sebagai wadah untuk menyimpan *sample* yang akan di keringkan didalam *oven*
5. Neraca Analitik, sebagai alat untuk menimbang *sample*

6. *Beaker Glass*, sebagai wadah timbang untuk menimbang polimer *Polypropylene*
7. *Internal Mixer* (Labo Plastomill Model 30R150 kapasitas chamber 50 gram), sebagai alat untuk menghomogenkan *Polypropylene* dan limbah daun
8. Gunting, sebagai alat bantu untuk memotong
9. *Spacer* ukuran 120 x 120 x 0,3 mm, ukuran 80 x 80 x 3 mm, dan ukuran 40 x 80 x 3 mm sebagai alat cetak untuk batang uji tarik dan batang uji lengkung yang digunakan pada *hot and cold press*
10. *Plate Aluminium*, sebagai alat untuk melapisi *spacer* dalam proses *press*
11. *Hot Press*, sebagai alat untuk mencetak dan membentuk *sample* yang telah di homogenkan sesuai dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan
12. *Cold Press*, sebagai alat untuk mendinginkan *sample* hasil cetakan yang dihasilkan oleh *Hot Press*
13. *Dumbbell Die Cutter*, sebagai alat pemotong *sample* untuk dijadikan batang uji sesuai *standart* yang digunakan
14. *Micrometer*, sebagai alat ukur untuk mengukur tebal batang uji sebelum di karakterisasi mekanik
15. *Universal Testing Mechine*, sebagai alat karakterisasi uji mekanik yang meliputi uji tarik dan uji lengkung
16. *Rockwell Hardness Tester*, sebagai alat karakterisasi uji mekanik yaitu uji kekerasan

Sedangkan bahan yang digunakan untuk penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah Daun Mangga
2. *Polypropylene* (PP) Trilene PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk
3. *Photocop Film*
4. Kertas Timbang
5. Label
6. Kantong Plastik

#### D. Prosedur Penelitian

Berikut merupakan prosedur penelitian yang telah dilaksanakan:

##### 1. Pengumpulan Limbah Daun Mangga

Proses pengumpulan limbah daun mangga dilakukan pada hari Jum'at 30 Januari 2015 hingga Minggu 1 Februari 2015. Limbah ini diperoleh dari halaman rumah yang dipenuhi pohon mangga yang terletak di Desa Citra Jaya Kecamatan Binong Kabupaten Subang Jawa Barat.



**Gambar 3.1** Pohon Mangga yang Limbahnya Dijadikan Sebagai *Sample*



**Gambar 3.2** Limbah Daun Mangga

##### 2. Preparasi *Sample* Limbah Daun

Limbah daun mangga yang telah dikumpulkan dibersihkan menggunakan lap basah dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama kurang lebih satu minggu. Setelah bersih dan kering, limbah daun di hancurkan menggunakan *Crushing Machine* hingga dua kali penggilingan.

Erni Ernawaty, 2014

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLYPROPYLENE DENGAN LIMBAH DAUN MANGGA SEBAGAI FILLER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



**Gambar 3.3** Proses Penghancuran Limbah Daun Mangga

Lalu hasil dari *Crushing Machine* tersebut disaring menggunakan *Wire Mesh* dengan ukuran ayakan 100 dan 140 mesh hingga didapatkan massa partikel limbah daun yang dibutuhkan.



**Gambar 3.4** Proses Pengayakan Menggunakan *Wire Mesh*

### 3. Pengurangan Kadar Air

Pengurangan kadar air dilakukan terhadap *sample* partikel limbah daun mangga 100 dan 140 mesh untuk mengurangi jumlah kadar air yang terkandung didalamnya dengan cara memasukan *sample* yang telah ditimbang terlebih dahulu kedalam oven dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 8 jam.



**Gambar 3.5** Proses Pengurangan Kadar Air

#### 4. Pembuatan Komposit

Sebelum komposit dibuat, *sample polypropylene* dan limbah daun mangga yang telah dikeringkan ditimbang sesuai dengan persen komposisi yang telah ditentukan dengan total jumlah *sample 9 sample*, sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Persen dan Massa Komposisi Komposit

Ukuran Mesh	No. Sample	% Komposisi Daun Mangga : PP	Massa (gram) Daun Mangga : PP
100	1	0 : 100	0 : 50,02
	3	10 : 90	5,0005 : 45,01
	5	15 : 85	7,5050 : 42,50
	7	20 : 80	10,0030 : 40,01
	9	25 : 75	12,5015 : 37,50
140	1	0 : 100	0 : 50,02
	11	10 : 90	5,0032 : 45,02
	13	15 : 85	7,5014 : 42,50
	15	20 : 80	10,0004 : 40,01
	17	25 : 75	12,5027 : 37,52



**Gambar 3.6** Proses Penimbangan *Sample* Untuk Pembuatan Komposit



Pembuatan komposit dilakukan menggunakan *Internal Mixer* pada suhu  $180^{\circ}\text{C}$ , dengan kecepatan rotor 50 rpm selama 6 menit. Dengan uraian waktu 3 menit pencampuran *polypropylene* dan tiga menit berikutnya pencampuran limbah daun mangga.



**Gambar 3.7** Proses Pembuatan Komposit Menggunakan *Internal Mixer*

#### 5. Pembuatan Spesimen Uji

Pembuatan spesimen uji dilakukan dengan mencetak komposit yang telah di dapat dari *Internal Mixer* menggunakan *Spacer* yang kemudian akan di press menggunakan *Hot Press* (cetak tekan panas) Gonno Ramdia 152 mm Ramstroke 150 mm dan *Cold Press* (cetak tekan dingin).

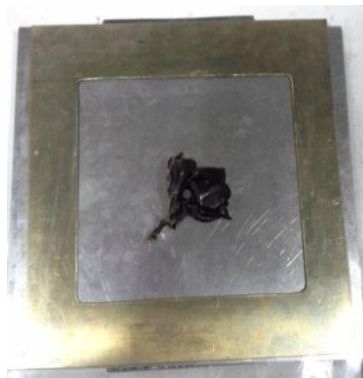


**Gambar 3.8** Alat Tekan Panas (*Hot Press*) dan Alat Tekan Dingin (*Cold Press*)

Ukuran *spacer* yang digunakan bergantung kepada jenis uji mekanik yang akan dilakukan, berikut uraiannya:

a. Uji Tarik

*Spacer* yang digunakan untuk membuat spesimen uji tarik adalah *spacer* dengan ukuran 120 x 120 x 0,3 mm. *Sample* terlebih dahulu di timbang menggunakan neraca sesuai dengan volume *spacer* yaitu 4.320 mm<sup>3</sup>, dan kebutuhan *sample* untuk satu kali proses cetak adalah sekitar 12,5 gram seperti pada gambar 3.10 dibawah ini.



**Gambar 3.9** *Spacer* Untuk Pembuatan Spesimen Uji Tarik

*Sample* yang telah diletakan didalam *spacer* dan plat dilapisi menggunakan *Photocop Film* dibagian atas dan bawah. Kemudian dilakukan cetak tekan panas (*Hot Press*) dengan suhu 180<sup>0</sup> C selama 4 menit yang terdiri dari 2 menit waktu pemanasan dan 2 menit waktu tekan hingga 50 kgf/cm<sup>2</sup>.

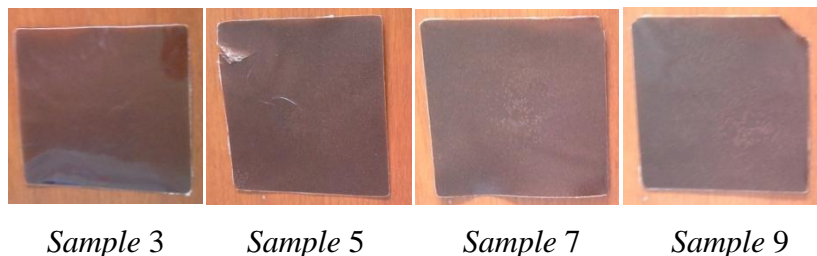


**Gambar 3.10** Proses Cetak Tekan Panas (*Hot Press*)

Setelah cetak tekan panas (*Hot Press*) lalu segera dilakukan cetak tekan dingin (*Cold Press*) dengan memasukkan *sample* kedalam *Cold Press* dengan suhu  $22^{\circ}\text{C}$  dan ditutup hingga rapat lalu dibiarkan kurang lebih selama 5 menit hingga benar-benar dingin. Hal ini bertujuan agar spesimen uji yang sudah dicetak pada cetak tekan panas tidak melengkung atau dengan kata lain agar permukaan spesimen uji rata. Berikut merupakan hasil *press* yang siap untuk dipotong sebagai spesimen uji tarik.

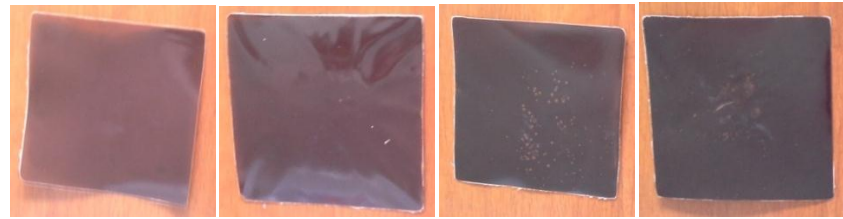


**Gambar 3.11** *Sample Hasil Hot and Cold Press Spesimen Uji Tarik*



**Gambar 3.12** *Sample 100 Mesh Hasil Hot and Cold Press Spesimen Uji Tarik*





Sample 11

Sample 13

Sample 15

Sample 17

**Gambar 3.13** Sample 140 Mesh Hasil *Hot and Cold Press* Untuk Spesimen Uji Tarik

*Sample* dalam bentuk lembaran tersebut dipotong menggunakan *Dumbbell Die Cutter* untuk mendapatkan spesimen uji sesuai dengan standar yang digunakan yaitu ISO 527-2 Type 5A seperti sebagai berikut:



**Gambar 3.14** *Dumbbell Die Cutter*

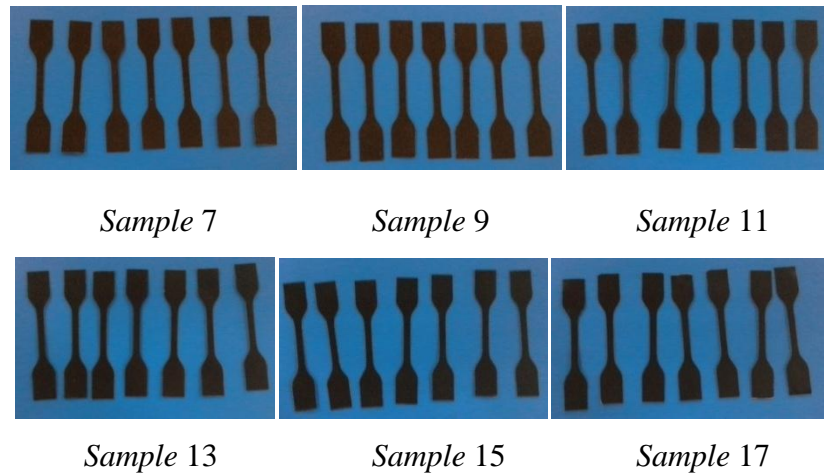
Hasil pemotongan *sample* lembaran tersebut adalah sebagai berikut:



Sample 1

Sample 3

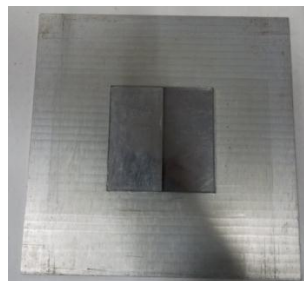
Sample 5



**Gambar 3.15** Spesimen Uji Tarik ISO 527-2 Type 5A

*b. Uji Lengkung*

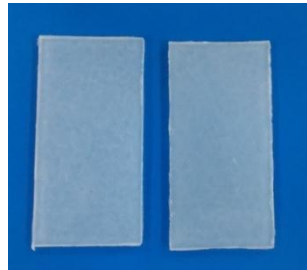
*Spacer* yang digunakan untuk membuat spesimen uji lengkung adalah *spacer* dengan ukuran 80 x 40 x 3 mm seperti gambar 3.17. *Sample* terlebih dahulu di timbang menggunakan neraca sesuai dengan volume *spacer* yaitu 9.600 mm<sup>3</sup>, dan kebutuhan *sample* untuk satu kali proses cetak adalah sekitar 8,60 gram.



**Gambar 3.16** *Spacer* Untuk Spesimen Uji Lengkung

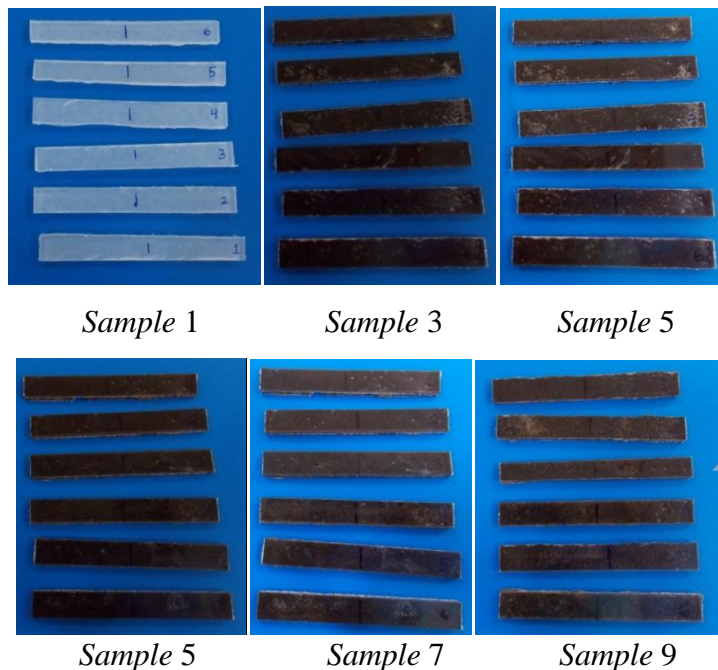
Sama halnya seperti pembuatan spesimen uji tarik, *sample* yang telah diletakan didalam *spacer* dan plat dilapisi menggunakan *Photocop Film* dibagian atas dan bawah. Kemudian dilakukan cetak tekan panas (*Hot Press*) dengan suhu 180<sup>0</sup> C selama 4 menit yang terdiri dari 2 menit waktu pemanasan dan 2 menit waktu tekan hingga 50 kgf/cm<sup>2</sup>. Setelah cetak tekan panas (*Hot Press*) lalu segera dilakukan cetak tekan dingin (*Cold Press*) dengan

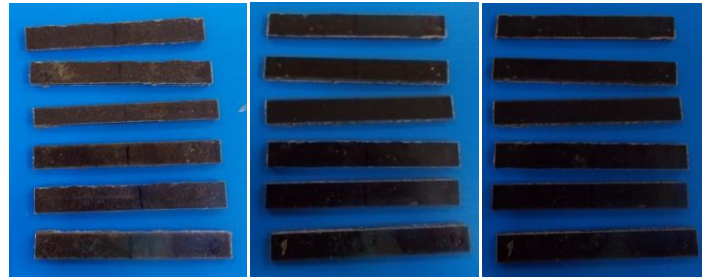
memasukan *sample* kedalam *Cold Press* dengan suhu  $22^{\circ}\text{C}$  dan ditutup hingga rapat lalu dibiarkan kurang lebih selama 5 menit hingga benar-benar dingin. Salah satu hasil untuk pembuatan spesimen uji lengkung adalah seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 3.17** Hasil *Hot And Cold Press* Untuk Spesimen Uji Lengkung

*Sample* dengan bentuk seperti diatas dipotong menggunakan *Dumbbell Die Cutter* untuk mendapatkan batang uji sesuai dengan standar yang digunakan yaitu ASTM D790 Procedure B sehingga didapat hasil seperti berikut:





Sample 11

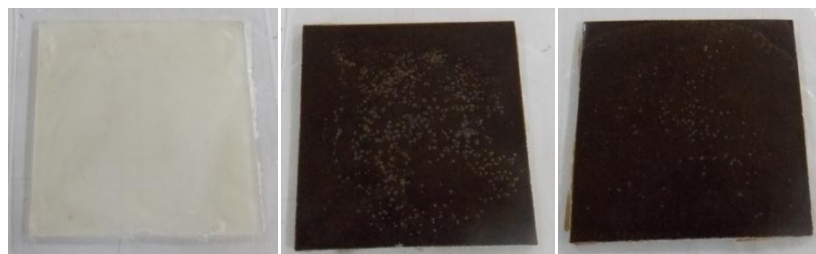
Sample 13

Sample 15

**Gambar 3.18** Spesimen Uji Lengkung ASTM D 790 *Procedure B*

c. Uji Kekerasan

Untuk spesimen uji kekerasan dibuat dalam *spacer* berukuran 80 x 80 x 3 mm. Dengan volume *spacer* 1920 mm<sup>3</sup> massa *sample* yang dibutuhkan untuk satu kali cetak kurang lebih sebesar 16,70 gram. Seperti halnya pembuatan batang uji tarik dan spesimen uji lengkung, pembuatan spesimen uji kekerasan pun menggunakan cetak tekan panas dan dingin dengan waktu dan suhu yang sama seperti pembuatan spesimen uji tarik dan lengkung. Dengan hasil cetakan sebagai berikut:



Sample 1

Sample 3

Sample 5



Sample 7

Sample 9

Sample 11



Sample 13

Sample 15

Sample 17

**Gambar 3.19** Spesimen Uji Kekerasan ASTM D785

### E. Pengujian

Berikut pengujian mekanik yang dilakukan terhadap *sample* komposit *polypropylene* limbah daun mangga:

#### 1. Uji Tarik

Setelah *sample* berbentuk lembaran dipotong menggunakan *Dumbbell Die Cutter* sehingga menjadi spesimen uji sesuai standar ISO 527-2 Type 5A, maka tebal batang uji siap untuk diukur menggunakan *Micrometer*. Pengukuran tebal spesimen uji tarik dilakukan di tiga tempat yang berbeda.

**Gambar 3.20** Pengukuran Ketebalan Menggunakan *Micrometer*

Pengujian dilakukan menggunakan alat Tensilon atau *Universal Testing Machine* (UTM) dengan beban tarik (*load cell*) 5 kgf dan kecepatan pengerjaan 5.0 mm/mnt hingga sampel putus. Hasil yang didapatkan dari uji tarik adalah grafik *Strain* (%GL) terhadap *Stress* (MPa) yang kemudian akan didapatkan nilai dari kuat tarik, modulus elastisitas, dan *yield strain*.

Erni Ernawaty, 2014

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLYPROPYLENE DENGAN LIMBAH DAUN MANGGA SEBAGAI FILLER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

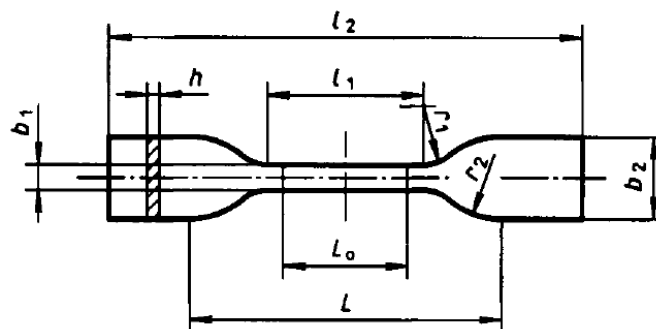




**Gambar 3.21** Proses Pengujian Uji Tarik Menggunakan *Universal Testing Machine*

Standar ISO 527-2 Type 5A yang digunakan merupakan standar yang telah diterbitkan sesuai dengan keputusan yang diambil oleh CEN/TC 249. Metode selektif ini cocok digunakan untuk berbagai jenis bahan seperti termoplastik molding, ekstrusi dan bahan kaku dan semi termasuk bahan-bahan yang diisi atau diperkuat. Metode selektif yang cocok untuk digunakan oleh berbagai jenis bahan harus disiapkan sesuai dengan spesifikasi material yang relevan.

Pada penelitian kali ini digunakan spesimen uji tipe 5A, sebagai berikut:



Tipe spesimen	5A
$l_2$ Panjang keseluruhan, minimum	$\geq 75$
$b_2$ Lebar bagian ujung	$12,5 \pm 1$
$l_1$ Panjang dari bagian sisi paralel yang sempit	$25 \pm 1$
$b_1$ Lebar dari bagian sisi paralel yang sempit	$4 \pm 0,1$
$r_1$ Jari-jari kecil	$8 \pm 0,5$
$r_2$ Jari-jari besar	$12,5 \pm 1$

$L$	Jarak awal antara grip	$50 \pm 2$
$L_0$	Panjang awal yang diukur	$20 \pm 0,5$
$h$	Tebal	$\geq 2$

**Gambar 3.22** Jenis Spesimen 5A (ISO 527 *Standard*, 1996, hlm. 5)

Berikut merupakan prosedur pengujian uji tarik yang digunakan dalam penelitian kali ini:

- a. Gunakan spesimen uji yang belum pernah teruji sebelumnya untuk setiap pengujian
- b. Mengkalibrasi alat uji
- c. Memasukan data atau informasi dari batang uji kedalam komputer mesin uji seperti tebal dan lebar batang uji, nama sample, dan informasi komposisi daun mangga
- d. Memasangkan spesimen uji ke *cross head* yang dapat menjepit bagian atas dan bawah spesimen uji, pemasangan harus dilakukan dengan teliti agar posisi spesimen uji berada tepat ditengah tidak miring ke kanan ataupun ke kiri.
- e. Jika posisi batang uji sudah sesuai, kunci dan kencangkan menggunakan obeng khusus
- f. Menekan tombol start dan pengujian akan berlangsung secara otomatis
- g. Membuka cross head dan mencabut spesimen uji yang telah patah atau rusak

## 2. Uji Lengkung

Sama halnya dengan spesimen uji tarik untuk spesimen uji lengkung pun setelah *sample* berbentuk persegi panjang dipotong menggunakan *Dumbbell Die Cutter* sehingga menjadi spesimen uji sesuai standar ASTM D790, maka tebal dan lebar spesimen uji siap untuk diukur menggunakan *Micrometer*.

Pengujian uji lengkung menggunakan alat yang sama seperti uji tarik yaitu *Universal Testing Machine* dengan kecepatan pengerjaan 13 mm/mnt hingga mencapai 5% strain stress. Hasil yang didapatkan dari pengujian ini berupa grafik hubungan antara *Strain* (%GL) terhadap *Stress* (MPa) dengan data *bending strength* dan modulus elastisitas lengkung.



**Gambar 3.23** Proses Pengujian Uji Lengkung Menggunakan *Universal Testing Machine*

Metode uji yang digunakan adalah ASTM D 790 Prosedure B. Metode uji ASTM D 790 digunakan untuk menentukan sifat lengkung dari polimer yang tidak diperkuat maupun polimer yang diperkuat, termasuk komposit bermodulus tinggi dan bahan isolasi listrik dalam bentuk batang persegi panjang yang dibentuk langsung atau dipotong dari lembaran, *plate*, atau bentuk yang dibentuk. Metode uji ini diaplikasikan secara umum untuk bahan kaku dan semi kaku material. Namun kekuatan lengkung tidak dapat ditentukan untuk bahan-bahan yang tidak pecah atau yang tidak rusak pada permukaan luar spesimen uji dalam batas regangan 5,0% dari metode uji ini. Metode uji ini menggunakan sistem tiga titik.

Prosedur A: dirancang terutama untuk material yang patah pada lengkungan yang relatif kecil

Prosedur B: dirancang terutama untuk material-material yang mengalami lengkungan yang relatif besar selama pengujian

Dan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah prosedur B. Berikut merupakan prosedur pengujian lengkung sesuai standar ASTM D 790 Prosedur B:

- a. Gunakan spesimen uji yang belum pernah teruji sebelumnya untuk setiap pengujian
- b. Sejajarkan sumbu penekan yang berada di atas sehingga sejajar dengan permukaan agar penekan berada di tengah
- c. Memasangkan spesimen uji dengan meletakkannya di atas dua buah penumpu dan pastikan agar batang uji tepat berada di tengah dengan posisi lurus
- d. Hentikan pengujian ketika maksimum strain di permukaan luar batang uji telah mencapai 5%

### 3. Uji Kekerasan

Berbeda dengan uji tarik dan uji lengkung, untuk uji kekerasan sample yang telah di *press* dapat langsung digunakan tanpa harus dipotong terlebih dahulu. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat *Hardness Tester*.

Standar uji yang digunakan adalah ASTM D785. Metode pengujian ini meliputi dua prosedur, pertama untuk menguji kekerasan lekuk plastik dan kedua untuk bahan isolasi listrik plastik. Angka kekerasan rockwell adalah angka yang menunjukkan kedalaman beban indentor yang meningkat dari beban kecil untuk beban besar dan kemudian kembali ke beban minor (Prosedur A). Sebagian beban pada indentor meningkat dari beban kecil tetap untuk beban besar (Prosedur B).



**Gambar 3.24** Proses Pengujian Uji Kekerasan Menggunakan  
*Hardness Tester*

Berikut merupakan prosedur pengujian kekerasan berdasarkan standar yang digunakan:

- a. Pilih skala kekerasan yang tepat untuk jenis spesimen yang akan diuji. Nilai kekerasan Rockwell ditampilkan dengan huruf yang mengundukasikan skala yang digunakan dan nomor yang mengindikasikan pembacaan. Skala kekerasan yang digunakan dipilih dari tabel skala pada tabel 2.1.
- b. Buang pembacaan pertama setelah penggantian bola indenter, dimana indenter tidak ditempatkan dengan benar dengan tangan pada *housing chuck*. Tekanan penuh dari beban mayor diperlukan untuk menempatkan indenter kedalam *chuck*.
- c. Spesimen ditempatkan pada landasan, putar *capstan screw* hingga jarum penunjuk kecil berada pada posisi nol dan jarum petunjuk besar pada  $\pm$  divisi B 30 atau pada posisi “set” di skala merah. Pengaturan ini mempergunakan beban minor 10 kg tanpa goncangan. Pembacaan dilakukan ketika jarum atau *capstan* bergerak ke arah terbalik. Selama 10 detik dipergunakan beban minor, dan seketika setelah posisi “set” diperoleh, gunakan beban mayor dengan melepaskan *trip level*. Beban mayor hilang 15 detik setelah hal tersebut dilakukan.
- d. Catat angka pembacaan dengan cara: hitung jumlah waktu jarum melewati nol pada skala merah saat digunakan beban mayor. Kurangi nomor tersebut dengan jumlah waktu jarum setelah beban mayor dihilangkan. Jika selisih nol, catat nilai kekerasan kemudian tambahkan 100. Jika selisih 1, catat nilai kekerasan tanpa ada perubahan. Jika selisih 2, catat nilai kekerasan kemudian kurangi 100. Material plastik yang lebih lebih lunak, akan memerlukan skala kekerasan lebih dari R. (test method D 2240)

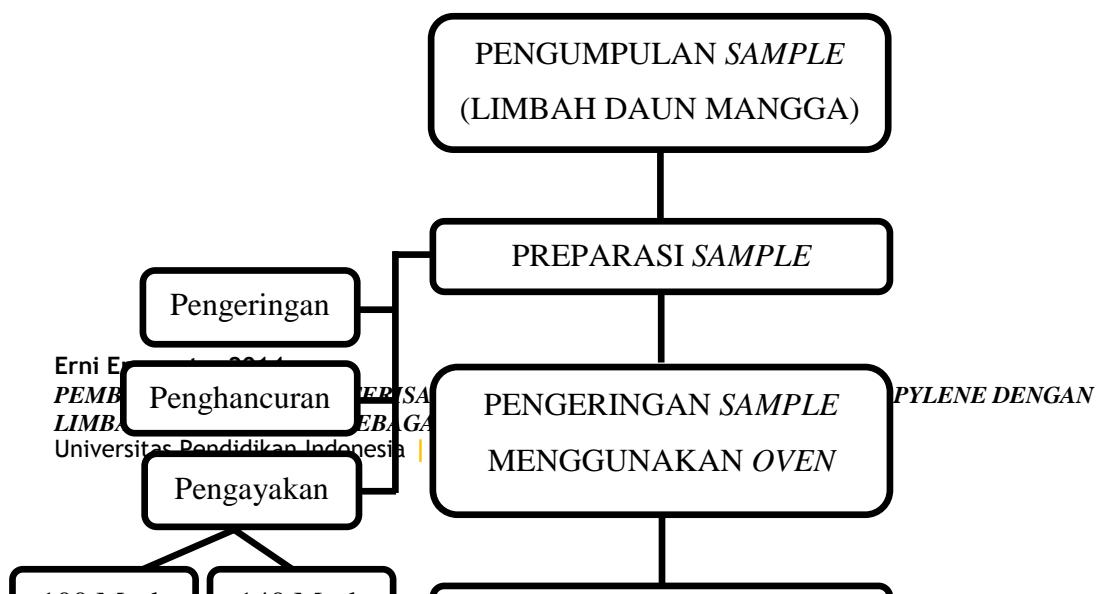




**Gambar 3.25** Skala Angka Pembaca Pada Saat Pengujian

- e. Uji kekerasan tidak boleh dilakukan terlalu dekat dengan bagian sisi spesimen dimana indenter dapat merusak bagian sisi indenter ketika beban mayor diterapkan. Oleh karena itu, sebaiknya kurang dari 6mm (1/4 in) bersih dari jejak hasil pengujian. Pengujian juga tidak boleh terlalu dekat satu dengan lainnya, karena material spesimen berupa plastik, permukaan plastik menjadi rusak akibat pengujian yang telah dilakukan sebelumnya. Tidak dibolehkan melakukan pengujian duplikat pada bagian sisi lain spesimen; jika posisi spesimen dibalik dan diuji kembali pada sisi terbalik, pada daerah dimana pengujian pertama pada sisi lain sudah dilakukan akan menghasilkan nilai kekerasan lebih lunak pada pengujian kedua ini.

#### F. Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.26** Diagram Alir Penelitian

#### **G. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang digunakan adalah dengan menganalisis grafik dengan uraian sebagai berikut:

##### **1. Uji Tarik**

Dengan membuat grafik hubungan antara kuat tarik terhadap komposisi komposit *polypropylene* limbah daun mangga, grafik hubungan antara modulus elastisitas terhadap komposisi komposit

**Erni Ernawaty, 2014**

***PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLYPROPYLENE DENGAN LIMBAH DAUN MANGGA SEBAGAI FILLER***

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

*polypropylene* limbah daun mangga, dan grafik hubungan antara *yield strain* terhadap komposisi komposit *polypropylene* limbah daun mangga.

2. Uji Lengkung

Dengan membuat grafik hubungan antara *bending strength* terhadap komposisi komposit *polypropylene* limbah daun mangga.

3. Uji Kekerasan

Dengan membuat grafik hubungan antara HRR terhadap komposisi komposit *polypropylene* limbah daun mangga.